


“Al cambiar lo que conoce del mundo, el hombre cambia el mundo que él conoce” (Dobshzhansky)

BAJO EL VOLCÁN DE LOS NUEVOS PARADIGMAS TECNOLÓGICOS

UNDER THE VOLCANO OF THE NEW TECHNOLOGICAL PARADIGMS

On changing what he knows of the world, man changes the
world he knows - Dobshzhansky

 **FERNANDO SAÉZ VACAS**
Catedrático de Telecomunicaciones de la UPM / Professor of Telecommunications at UPM

En este año 1996, la comunidad informática mira al pasado para celebrar el cincuentenario del nacimiento de ENIAC, el primer ordenador electrónico de propósito general, que podía calcular en treinta segundos la trayectoria de sesenta segundos de duración de un proyectil, mientras que, para el mismo cálculo, el mayor analizador diferencial de la época tardaba quince minutos y un experto con una calculadora de sobremesa necesitaba alrededor de veinte horas.

Algunos de los más ilustres pioneros informáticos de entonces predijeron que con unas pocas de aquellas enormes máquinas se suplirían las necesidades informáticas de todo Estados Unidos de América,

Hoy, en 1996, cuando hay activos en el mundo decenas de millones de computadores y las aplicaciones informatizadas diferentes se cuentan por decenas o centenas de millares, recordar tal predicción nos produce asombro. ¿Cómo pueden haberse equivocado tanto aquellos personajes reconocidamente geniales?

En opinión de este autor, sus mentes no se atrevieron a volar porque estaban lastradas por las limitaciones de la tecnología, más que por otra causa. La verdad es que hace cincuenta años nadie podía sospechar que la evolución tecnológica poseía un horizonte ilimitado y que el equivalente a varios computadores ENIAC llegaría a caber en el bolsillo de cualquier ciudadano, como ha sucedido.

This year the computer community looks back and celebrates the fiftieth anniversary of ENIAC, the first general-purpose electronic computer. It was able to calculate in half a minute the sixty-second trajectory of a projectile. To do the same job, the best differential analyzer of the period needed fifteen minutes, while an expert with a desktop calculator needed about twenty hours.

Some of the most distinguished computer pioneers predicted that a few of those enormous machines would be sufficient to supply the computational needs of the United States of America.

Today, in 1996, when in the

world there are tens of millions of computers operating, and computer applications run into the tens or hundreds of thousands, we are surprised that such a prediction should have been made. How was it possible for so many acknowledged geniuses to make such an error?

In the opinion of the present writer, their predictions were hampered by the limitations of the technology more than by anything else. To tell the truth, no one suspected fifty years ago that technological development was potentially unlimited, and that the equivalent of several ENIAC computers would one day fit into the citizen's pocket.

El peso del parque tecnológico

Hoy, en 1996, ocurre lo contrario en lo que respecta a la tecnología. La mente colectiva ha llegado a asumir que la tecnología no tiene límites y que todo sueño es posible: poseemos la certeza absoluta, tantas veces confirmada por los hechos, de que después de una generación tecnológica viene otra y luego otra, siempre más potente. La postura de 1946 demostró sólo ser errónea, pero ésta de ahora puede ser insensata, si no nos esforzamos en contextualizarla. La diferencia entre ambos instantes radica en que, en el primero, el mundo estaba vacío de tecnología de la información, y ahora está repleto de ella. Ya no puede pasarse por alto que algunos de los límites a la expansión de tecnología de nueva generación se deben a la inercia del parque tecnológico de anteriores generaciones (incluida la inercia del personal técnico) y a una cierta incapacidad social de extraerle utilidad a la tecnología.

Sometida al imperio de la lógica de la competitividad, la industria de la tecnología lanza al mercado oleadas de productos envueltos en un discurso futurista lleno de optimismo, pero lo hace a un ritmo tan vertiginoso que la demanda es incapaz de seguirlo. Este vértigo no sólo acarrea una gran mortandad de empresas dentro de la propia industria, sino que provoca la angustia y la inestabilidad entre los usuarios, que no tienen materialmente tiempo para adaptarse ni para rentabilizar sus inversiones en equipo tecnológico y en su aplicación.

La tecnología implantada en nuestra sociedad de la información va dejando un rastro histórico que es un turbulento bricolaje de sistemas compues-

tos por una batahola de piezas pertenecientes a distintas generaciones, épocas y culturas tecnológicas.

Un ejemplo notable de este rastro histórico es el que se ha llamado "problema del año 2000". La costumbre de denotar en los registros informáticos las fechas representando el año por dos dígitos decimales, importante para aliviar años atrás los costes de memoria, ha dejado una herencia de muchos miles de programas, viejos y retocados, pero aún vivos, que causarán problemas al doblar el milenio, porque en sus cálculos será indistinguible -pongamos por caso- el año 2001 del año 1901. En los próximos meses veremos a muchos programadores desempolvando sus destrezas con el Cobol para reparar tales aplicaciones. Algunos expertos estiman que el coste de reparación de estos programas ascenderá a unos 600.000 millones de dólares, que seguramente habrá que detraer de las partidas previstas para nuevas inversiones.

El peso de las tecnologías flexibles

Sin embargo, donde la historia tecnológica deja una huella

THE WEIGHT OF THE TECHNOLOGY PARK

As far as technology is concerned, today in 1996 the opposite is the case. The collective mind has come to accept that technology is without limits and that every dream is possible. We adhere to the absolute certainty, so often confirmed by the facts, that following one technological generation there comes another and then another, each more powerful than the one before. The outlook in 1946 proved merely to be erroneous, while from our present perspective it looks foolish if we do not undertake to see it in context. The difference between the two moments lies in the fact that in the first the world was empty of information technology, while now the same world is replete with it. No longer can one pass over the fact that some of the limits to the expansion of the new technological generation are due to the inertia of the technology park of earlier generations (including the inertia of the technical personnel) and to a certain

social failure to exploit technology for its utility.

Subject to the logic of competitiveness, the technology industry launches onto the market a spate of products wrapped in futuristic pronouncements, loaded with optimism, but at such a vertiginous pace that demand cannot keep up. This frantic pace entails not only the demise of firms within the actual industry but also anxiety and uncertainty among users, who do not have the time they would need to adapt properly to technological equipment, to make it cost-effective, or to apply it effectively.

The technology that has taken hold in our information-oriented society is leaving a wake behind it in history, a wake consisting of the turbulent do-it-yourself of systems, each a pandemonium of bits and pieces belonging to various technological cultures, epochs, and generations.

A case in point is the "year 2000 problem". Where computer records are concerned, there are still thousands of programs around in which, to reduce memory requirements, the year is indicated with two digits. Problems will arise at the turn of the millennium when, to take an example, "2001" and "1901" will be represented the same way. In the coming months we shall see a lot of programmers brushing up their COBOL in order to carry out the necessary modifications. Some experts estimate that the cost of repairing these programs will amount to millions of dollars, which undoubtedly will have to come off the sums earmarked for fresh investment.

todavía más indeleble es en la mentalidad del factor humano. Al técnico profesional con una dilatada experiencia le cuesta mucho trabajo adaptarse a las nuevas técnicas, pero cuando éstas conllevan cambios paradigmáticos puede que ni siquiera le sea posible adaptarse a ellas a unos costes asumibles.

La noción de paradigma, acuñada por Kuhn, es aplicable al campo de la tecnología de la información, con sólo sustituir el apellido "científico" por "tecnológico". Kuhn utilizaba ese término para referirse a "realizaciones científicas universalmente reconocidas, que durante cierto tiempo proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica". Cuando surgen nuevas formulaciones o conceptos, la comunidad se divide: al principio, la mayor parte de ella se resiste a aceptarlas, manteniendo esa resistencia siempre o durante largo tiempo, mientras se va creando una nueva y tal vez pujante comunidad científica en torno a lo que se convertirá en nuevo paradigma.

Fijémonos en que la resistencia al nuevo paradigma tiene una raíz básicamente psicológica. Atenazada por sus emociones, a cualquier persona le resulta muy difícil desprenderse de un armazón intelectual, que le ha costado años construirse y que funciona como una burbuja que le proporciona seguridad y protección. Precisamente, una característica esencial de la tecnología de la información es que se basa en modelos *computacionales*, que a fin de cuentas son construcciones intelectuales que se fijan lentamente en la mente de sus practicantes y teóricos.

Arquitecturas de ordenador, modelos de programación, arquitecturas de sistemas operativos y de bases de datos y

muchos otros apartados han cambiado tanto algunas veces que han causado auténticos terremotos humanos y empresariales, tanto en la industria tecnológica como en la sociedad. La aparición de los computadores personales y su encuentro con las redes han introducido cambios radicales en la práctica informática. La digitalización universal, la optoelectrónica y el aumento del ancho de banda de la tecnología abren el camino a las autopistas de la información y al multimedia distribuido, fuentes seguras de una riquísima variedad futura de aplicaciones y servicios. La tecnología de objetos se va imponiendo día a día. Las interfaces con las máquinas son cada vez más "humanas". Para los técnicos profesionales estas novedades se comportan como verdaderos paradigmas, cuya perversión radica en que se renuevan con una velocidad enloquecida y producen el efecto de un volcán en erupción permanente.

Resumiendo, los procesos de transferencia de tecnología y, en general, la renovación tecnológica de las empresas encuentran en esta resistencia psicológica de los mismos técnicos profesiona-

The weight of technical ideologies

However, where the history of technology bears a truly indelible mark is in the human factor. Even for the professional expert with broad experience, there is a lot of work entailed in adapting to new techniques. When these techniques further entail paradigmatic changes, it may happen that the cost of adapting is simply too high.

Kuhn used the term paradigm to denote "universally recognized scientific accomplishments that over a given period provide the scientific community with models of problems and solutions." The same term can be applied to the field of computer technology if we simply replace "scientific" by "technological". The community divides in reaction to new formulations or concepts. At first it resists for the most part to accept them. This resistance may be permanent, or if not it may last for years. At the same time a new and perhaps flourishing scientific community grows up around what becomes a new paradigm.

We should recognize that

the resistance to the new paradigm is basically psychological in origin. In the grip of his emotions, a man finds it difficult to abandon his intellectual framework, which has taken him years to construct and which, like a protective bubble, affords him a sense of security. An essential characteristic of information technology is that it is based on computational models, which in the last analysis are intellectual constructions that gradually insinuate themselves into the mind of the user or theoretician.

Computer architectures, programming models, operating system architectures, and many other areas have on occasion changed so much that they have given rise to upheavals in the technological industry, in business, and indeed in human affairs generally. The appearance of personal computers, along with their connection to the networks, has entailed radical changes in computer practice. Universal digitization, optoelectronics, and the widening of the technology bandwidth open the way to information highways and to distributed multimedia, sure sources of a very rich future variety in applications and services. Object technology is being imposed by the day. The interface with the machine becomes steadily more human. For professional specialists these developments behave as true paradigms. Their wickedness lies in their frenetic rate, if not also in their effect, which is like that of a volcano in permanent eruption.

This psychological resistance of the professional specialist is perhaps the most formidable obstacle to technology transfer and, in general, to the

les quizá su peor enemigo. Hay quien cree ingenuamente que este asunto se resuelve invirtiendo en recursos de formación, pero el problema es mucho más profundo.

La educación técnica, centrada es la tecnología

Habitualmente, los técnicos, aun diferenciándose en sus paradigmas personales, comparten una misma fe en el intrínseco poder transformador de la tecnología. Esta fe es como un supraparadigma, un invariante intelectual de la profesión, al que a estas alturas, por cierto, le convendría una meticulosa revisión.

Todos los sistemas educativos relacionados con la informática y las telecomunicaciones están centrados en la tecnología, a la que conceptúan casi como un fin en sí misma, por encima de los problemas y voluntades de sus usuarios. No entrenan a sus estudiantes para comprender que el poder de la tecnología no se traslada automáticamente a los resultados de la empresa, porque es filtrado por su organización humana y por la propia complejidad de la tecnología, ni para desarrollar los sistemas de información bajo estrictos principios de utilidad. Respetadas voces se han levantado para pedir un proceso de reorientación de tales sistemas educativos, buscando formar una mentalidad de aplicaciones y servicios, en los que la tecnología juegue por fin su genuino papel de instrumento capacitador.

Estos últimos años ha provocado chasco y sorpresa la divulgación de lo que se ha conocido como la "paradoja de la productividad" o "paradoja informática": numerosas estadísticas americanas parecen haber demostrado que el progreso ca-

si geométrico en las prestaciones de la tecnología de la información (hay quien estima que el factor multiplicador de "informática + telecomunicaciones" es del orden del billón) y las gigantescas inversiones durante tres décadas no se han dejado sentir sobre la productividad de su economía. Contemplamos perplejos cómo el poder de la tecnología (Deep Blue) da jaque mate al mejor jugador del mundo de ajedrez (Kasparov), mientras parecidas e ingentes posibilidades de procesamiento de la información se diluyen o amortiguan entre los engranajes de la maquinaria social.

Lo que ha ocurrido es que el volcán tecnológico no ha cesado su actividad, dejando un reguero de disfuncionalidades, y la organización social no parece haber aprendido a integrarla. Está resultando más fácil crear tecnología que usarla eficientemente.

Necesitamos un nuevo supraparadigma

Al decir "la organización social" se quiere expresar que la tecnología es una responsabilidad de todos, no sólo de los técnicos, y que implica amplios cambios multidisciplinarios, incluso el rediseño de la organización. En otras palabras, que debe empezar a "verse" y usarse la tecnología como un artefacto social (cultural), más que como un artefacto exclusivamente técnico. Esta podría ser la noción central de un nuevo supraparadigma.

El futuro de la sociedad de la información requiere que se consideren y acometan seriamente soluciones, entre otros, a los problemas que se han esbozado en este artículo. El discurso optimista de los ofertantes de tecnología no debe ser nuestra única fuente de información. ✓

technological renewal of firms. There are those who believe that this problem will be resolved if resources are invested in training, but in reality such a view is naive. The problem is far deeper.

Technical education focuses on technology

The specialists, even if they are distinguished one from another by their paradigms, traditionally share the same faith in the intrinsic power of technology to transform. This faith is like a superparadigm, an intellectual invariant in the profession. Today it might well undergo a thorough rethink.

All educational systems relating to the computer and to telecommunications are centred on technology, which they see almost as an end in itself, transcending the problems and wishes of the user. The training he receives does not enable the student to understand that the power of technology is not transmitted automatically to the firm's profit and loss sheet, that it is filtered by the human organization and by the actual complexity of the technology. Nor is the student trained to develop information systems according to strict principles of utility. Respected voices have proposed that these educational systems be oriented toward applications and services, where technology finally plays its proper role, i.e. as enabling tool.

Surprise and disappointment have in recent years marked the response to what has come to be known as the productivity paradox, or computer paradox. It has been estimated that the multiplier effect of computers and telecommunications is about

one million squared. Copious American statistics appear to show that the almost geometric progress in the capacities of information technology, following the gigantic sums of money invested over three decades, has failed to be reflected in the gross national product. We see Deep Blue checkmate Kasparov, the finest chess player in the world. We are perplexed when similar, vast possibilities in data processing fail to be fully realized, when development is held back by the forces of social machinery.

The fact is that the technological volcano continues active, leaving a trail of dysfunctions. The social organization appears not to have learned to handle this activity. It is easier for us to create technology than to use our creation efficiently.

WE NEED A NEW SUPERPARADIGM

In referring to the "social organization" we mean to imply that technology is not the responsibility only of the specialists, that in fact it is the responsibility of everyone, and also that it entails broad multidisciplinary changes. One of these is the redesign of the organization. In other words technology should come to be seen and used as a social or cultural artefact, rather than as an exclusively technical one. This could be the central idea behind a new superparadigm.

If the information society is to have a future, it is necessary that the above problems, among others, be addressed. The optimistic pronouncements of those who offer technology should not be our only source of information. ✓